

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	チーフド (参考)
H 0 3 F 3/08		H 0 3 F 3/08	5 D 1 1 9
G 1 1 B 7/13		G 1 1 B 7/13	5 J 0 6 9
H 0 3 F 1/42		H 0 3 F 1/42	5 J 0 9 1
3/68		3/08	Z 5 J 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-209450 (P2001-209450)

(22) 出願日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 伊藤 弘朗

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

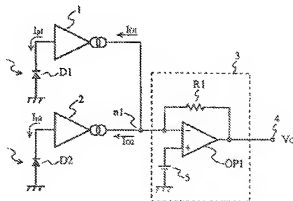
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光増幅器及びこれを用いた光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の受光素子が出力する電流を加減算し加減算後の電流に応じて増幅した電圧を出力する光増幅器であって、高ゲインかつ広帯域である光増幅器を提供する。

【解決手段】 受光強度に応じた電流を出力する受光素子 D1 とその受光素子 D1 の出力電流を入力し増幅した電流を出力する電流増幅器 1 とを有する光増幅手段と、受光強度に応じた電流を出力する受光素子 D2 とその受光素子 D2 の出力電流を入力し増幅した電流を出力する電流増幅器 2 とを有する光増幅手段と、電流増幅器 1 及び 2 それぞれの出力端子が接続される接続ノード n1 に入力端子が接続されるトランスインピーダンスアンプ 3 と、を備える光増幅器。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受光強度に応じた電流を出力する受光素子と該受光素子の出力電流を増幅して電流を出力する電流増幅器とを有する光増幅器下段を複数備え、前記電流増幅器それぞれの出力端子が接続される接続ノードに入力端子が接続される第1のトランスインピーダンスアンプを備えることを特徴とする光増幅器。

【請求項2】 前記電流増幅器の全てが、前記受光素子の出力電流を入力する第2のトランスインピーダンスアンプと、前記第2のトランスインピーダンスアンプと同一構造であって入力端子の電圧が前記受光素子に印加されるバイアス電圧と同電位の第3のトランスインピーダンスアンプと、前記第2のトランスインピーダンスアンプ及び前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を入力し、前記第2のトランスインピーダンスアンプの出力電圧から前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を差分した値に応じて電流を出力するトランスコンダクタンス変動アンプと、を備える請求項1に記載の光増幅器。

【請求項3】 前記電流増幅器のうち少なくとも1つを、前記受光素子の出力電流を入力する第2のトランスインピーダンスアンプと、前記第2のトランスインピーダンスアンプと同一構造であって入力端子の電圧が前記受光素子に印加されるバイアス電圧と同電位の第3のトランスインピーダンスアンプと、前記第2のトランスインピーダンスアンプ及び前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を入力し、前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧から前記第2のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を差分した値に応じて電流を出力するトランスコンダクタンス変動アンプと、を備える電流増幅器に置き換える請求項2に記載の光増幅器。

【請求項4】 前記第2及び第3のトランスインピーダンスアンプ内に設けられるゲイン設定用抵抗と、前記トランスコンダクタンス変動アンプ内に設けられるゲイン設定用抵抗と、が同一工程で作成される請求項2又は請求項3に記載の光増幅器。

【請求項5】 前記第3のトランスインピーダンスアンプの代わりに電圧源を設け、前記定電圧源の出力電圧の値を前記第1のトランスインピーダンスアンプの入力端子の値と等しくする請求項2に記載の光増幅器。

【請求項6】 前記電流増幅器の一部又は全部がそれぞれ異なるゲインである請求項1～5のいずれかに記載の光増幅器。

【請求項7】 前記第1のトランスインピーダンスアンプの入力インピーダンスを低くすることにより、前記接続ノードにおける電圧変動を抑え、前記接続ノードの入力インピーダンスと寄生容量値との積である時間定数によって定まる電圧信号の過渡応答遅延よりも前記電圧変動の周波数を低くする請求項1～6のいずれかに記載の光増幅

器。

【請求項8】 請求項1～7のいずれかに記載の光増幅器と、前記光増幅器に設けられる受光手段の出力信号を入力してサーボ信号を生成する信号処理手段と、を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の受光素子が出力する電流を加減算処理し、加減算処理後の電流に応じて増幅した電圧を出力する光増幅器に関するものである。特に、光ピックアップ装置に用いられる光増幅器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光ディスク用ピックアップ装置は、受光部が出力する電流信号をデータの読み取りだけではなく、データを正確に読み出すために必要なフォーカス（読み出し光の焦点合わせ）やトラッキング（読み出し光の位置合わせ）のサーボ制御にも用いている。そのため、受光部は通常1つの受光素子ではなく、複数の受光素子を備えており、光スポットが受光部に入射する際に複数の受光素子それぞれが受光する光量の差に基づいて上記サーボ制御を行っている。

【0003】 一方、データの読み取りにおいては、誤り率を低減する観点から、複数の受光素子それぞれが出力する電流信号を全て加算した信号を用いている。かつて、このような加算処理を行う信号処理集積回路は光ピックアップ装置外部に設けられていた。しかし、近年読み取り/書き込み速度が飛躍的に上昇していること、複数の読出しのディスクを再生する場合はレーザー光の腐食度も複数となり受光素子の出力信号のS/Nが低下しそれに伴い受光素子とその受光素子の出力信号を処理する信号処理集積回路とを接続する配線に飛び込むノイズが無視できなくなってきたこと、及び低コスト化や低消費電力化が要求されていることから、現在では上記加算処理を光ピックアップ装置内に設けられる光増幅器で行う構成が主流となりつつある。

【0004】 ここで、複数の受光素子が出力する電流信号を加算処理する従来の光増幅器の構成を図6に示す。フォトダイオードD1のカソードはトランスインピーダンスアンプ26の入力端子に接続され、フォトダイオードD2のカソードはトランスインピーダンスアンプ27の入力端子に接続される。また、フォトダイオードD1、D2のアノードはグラウンド電位となっている。尚、トランスインピーダンスアンプとは入力した電流信号を電圧信号に変換して出力するアンプである。

【0005】 トランスインピーダンスアンプ26の出力端子は抵抗R7の一端に接続され、トランスインピーダンスアンプ27の出力端子は抵抗R7の一端に接続される。また、抵抗R6の他端と抵抗R7の他端とが接続され、その接続ノードn2が非反転増幅器28の入力側に

接続される。そして、非反転増幅器 28 の出力側が端子 4 に接続される。

【0006】非反転増幅器 28 は、演算増幅器 OP2、抵抗 R8、及び抵抗 R9 によって構成される。演算増幅器 OP2 の非反転入力端子が非反転増幅器 28 の入力側となる。また、抵抗 R8 の一端と抵抗 R9 の一端が演算増幅器 OP2 の反転入力端子に接続され、抵抗 R9 の他端はグラウンド電位となっている。さらに、抵抗 R8 の他端が演算増幅器 OP2 の出力端子に接続され、その接続 *

$$1 = (V_{26} - V_{22}) / r_8 + (V_{27} - V_{22}) / r_7 \quad (1)$$

【0008】そして、電位 V_{22} と出力電圧 V_{20} との間には、(2) 式の関係が成り立つ。ただし、 r_8 は抵抗 R8 の抵抗値を、 r_9 は抵抗 R9 の抵抗値を表している。

$$V_{20} = (1 + r_8 / r_9) \times V_{22} \quad (2)$$

※

$$V_{20} = (1 + r_8 / r_9) \times (r_7 \times V_{26} + r_8 \times V_{27}) / (r_8 + r_7) \quad (3)$$

【0010】ここで、抵抗 R9 の抵抗値 r_9 を (4) 式のように設定すると、(3) 式と (4) 式から出力電圧 *

$$V_{20} = (1 + r_8 / r_9) \times r_9 \times (V_{26} / r_8 + V_{27} / r_7) \quad (5)$$

【0011】(5) 式中の V_{26} / r_8 はトランスインピーダンスアンプ 26 の出力電流とみなすことができ、

(6) 式中の V_{27} / r_7 はトランスインピーダンスアンプ 27 の出力電流とみなすことができる。また、電圧 V_{26} はトランスインピーダンスアンプ 26 によってフォトダイオード D1 の出力電流が変換されたものであり、電圧 V_{27} はトランスインピーダンスアンプ 27 によってフォトダイオード D2 の出力電流が変換されたものである。従って、(5) 式より出力電圧 V_{20} はフォトダイオード D1、D2 がそれぞれ出力する電流を加算した値に応じて増幅された電圧となっていることが分かる。

【0012】

【本明が解決しようとする課題】図 6 に示す従来の光増幅器において、負増幅増幅器である非反転増幅器 28 のループ利得 T' は、演算増幅器 OP2 の利得を A_0 とすると (6) 式のようになる。

$$T' = A_0 / r_9 \quad (6)$$

【0013】ここで、図 6 に示す従来の光増幅器を高ゲインにするためにトランスインピーダンスアンプ 26、27 が入力する電流信号の増幅率を上げるとすると、抵抗値 r_9 を上述した (4) 式のように設定しているの抵抗値 r_9 の値を下げることにしてしまい、その結果 (6) 式から明らかなように非反転増幅器 28 のループ利得 T' が減少してしまう。

【0014】図 6 に示す従来の光増幅器では、非反転増幅器 28 を負増幅増幅器とすることで負増幅をかける場合と比べて (ループ利得) / (負増幅後の利得) 倍だけ特性を向上させている。しかしながら、図 6 に示す従来の光増幅器のゲインを高くするためにトランスインピーダンスアンプ 26、27 が入力する電流信号の増

* ノードが非反転増幅器 28 の出力側となる。

【0007】このような構成の光増幅器の出力電圧 V_{20} は次のように表される。トランスインピーダンスアンプ 26 の出力電圧を V_{26} 、トランスインピーダンスアンプ 27 の出力電圧を V_{27} 、接続ノード n2 における電位を V_{22} とすると、演算増幅器 OP2 の非反転入力端子に入力される電流 I は (1) 式で表される。ただし、 r_8 は抵抗 R8 の抵抗値を、 r_7 は抵抗 R7 の抵抗値を表している。

※【0009】(1) 式と (2) 式から、出力電圧 V_{20} は (3) 式のように表すことができる。ただし、電流 I に係る項は電流 I が微小電流であるため等と近似している。

★ V_{20} は (5) 式のように表すことができる。

$$r_9 = (r_8 \times r_7) / (r_8 + r_7) \quad (4)$$

$$r_9 = (1 + r_8 / r_9) \times r_9 \times (V_{26} / r_8 + V_{27} / r_7) \quad (5)$$

増幅率を上げると、上述したように非反転増幅器 28 のループ利得 T' が減少してしまい、非反転増幅器 28 の特性が劣化してしまっていた。このため、図 6 に示す従来の光増幅器では高ゲインかつ広帯域にすることができなかった。

【0015】尚、内部に備える複数の増幅器 (コングタンス増幅器または可変コングタンス増幅器) の出力電流を加算してその電流値に応じて増幅した電圧を出力する加算器が特開 2-301879 号公報で開示されている。しかし、加算器内部に備えられている増幅器は電圧入力であるので、この加算器を後述する出力電流を入力する光増幅器として用いることはできない。

【0016】本発明は、上記の問題点に鑑み、複数の受光素子が出力する電流を加算処理し、加算処理後の電流に応じて増幅した電圧を出力する光増幅器であって、高ゲインかつ広帯域である光増幅器及びこれを用いた光ビックアップ装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る光増幅器においては、受光強度に応じた電流を出力する受光素子と該受光素子の出力電流を増幅して電流を出力する電流増幅器とを有する光増幅手段を複数備え、前記電流増幅器それぞれの出力端子が接続される接続ノードに入力端子が接続される第 1 のトランスインピーダンスアンプを備えるようにする。

【0018】また、受光素子に最適なバイアス電圧を印加できるようにする観点から、前記電流増幅器の全てが、前記受光素子の出力電流を入力する第 2 のトランスインピーダンスアンプと、前記第 2 のトランスインピーダンスアンプと同一構造であった入力端子の電圧が前記

受光素子に印加されるバイアス電圧と同電位の第3のトランスインピーダンスアンプと、前記第2のトランスインピーダンスアンプ及び前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を入力し、前記第2のトランスインピーダンスアンプの出力電圧から前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を差分した値に応じて電流を出力するトランスコンダクタンス変動アンプと、を備えるようにしてもよい。

【0019】また、減算因子となる電流増幅器を設ける観点から、上記構成の電流増幅器の少なくとも1つを、前記受光素子の出力電流を入力する第2のトランスインピーダンスアンプと、前記第2のトランスインピーダンスアンプと同一構造であって入力端子の電圧が前記受光素子に印加されるバイアス電圧と同電位の第3のトランスインピーダンスアンプと、前記第2のトランスインピーダンスアンプ及び前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を入力し、前記第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧から前記第2のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を差分した値に応じて電流を出力するトランスコンダクタンス変動アンプと、を備える電流増幅器に置き換えてもよい。

【0020】また、電流増幅器のゲインの製造ばらつきをなくす観点から、前記第2及び第3のトランスインピーダンスアンプ内に設けられるゲイン設定用抵抗と、前記トランスコンダクタンス変動アンプ内に設けられるゲイン設定用抵抗と、が同一工程で作成されるようにしてもよい。

【0021】また、前記第3のトランスインピーダンスアンプの代わりに定電圧源を設け、前記定電圧源の出力電圧の値を前記トランスインピーダンスアンプの入力電圧の値と等しくしてもよい。尚、前記第3のトランスインピーダンスアンプの代わりに定電圧源を設ける場合には、前記第3のトランスインピーダンスアンプを定電圧源として動作させる場合も含まれるものとする。

【0022】また、加減算処理の係数設定を行うために、前記電流増幅器の一部又は全部がそれぞれ異なるゲインであってもよい。

【0023】また、広域的な光増幅器を実現する観点から、前記第1のトランスインピーダンスアンプの入力インピーダンスを低くすることにより、前記接続ノードにおける電圧変動を抑え、前記接続ノードの入力インピーダンスと寄生容量値との積である時定数によって定まる電圧信号の漸減減衰数よりも前記電圧変動の周波数を低くしてもよい。

【0024】また、上記目的を達成するために、本発明に係る光ビクアップ装置においては、上記いずれかの構成の光増幅器と、前記光増幅器に設けられる受光手段の出力信号を入力してサーボ信号を生成する信号処理手段と、を備えるようにする。

【0025】

【発明の実施形態】本発明の実施形態について図面を参照して説明する。本発明に係る光増幅器を図1に示す。尚、図6と同一の部分には同一の符号を付す。

【0026】フォトダイオードD1のカソードは電流増幅器1の入力端子に接続され、フォトダイオードD2のカソードは電流増幅器2の入力端子に接続される。また、フォトダイオードD1及びD2のアノードはグラウンド電位となっている。

【0027】電流増幅器1の出力端子と電流増幅器2の出力端子とは接続され、その接続ノードn1がトランスインピーダンスアンプ3の入力側に接続される。また、トランスインピーダンスアンプ3の出力側が端子4に接続される。

【0028】トランスインピーダンスアンプ3は、演算増幅器OP1、抵抗R1、及び定電圧源5によって構成される。演算増幅器OP1の反転入力端子及び抵抗R1の一端が接続され、その接続ノードがトランスインピーダンスアンプ3の入力側となる。また、演算増幅器OP1の出力端子と抵抗R1の他端とが接続され、その接続ノードがトランスインピーダンスアンプ3の出力側となる。尚、抵抗R1は演算増幅器OP1の負帰還抵抗となっている。そして、定電圧源5の正電位側が演算増幅器OP1の非反転入力端子に接続され、定電圧源5の負電位側はグラウンド電位となっている。

【0029】このような構成の回路は、次のように動作する。電流増幅器1はフォトダイオードD1の出力電流I₀₁を入力して増幅した電流I₀₁を出力する。また、電流増幅器2はフォトダイオードD2の出力電流I₀₂を入力して増幅した電流I₀₂を出力する。そして、電流I₀₁と電流I₀₂を加算した電流がトランスインピーダンスアンプ3の入力側から引き抜かれる。演算増幅器OP1は入力した電圧を過分してその増分値に応じた電圧V₀を出力するので、(7)式が成り立つ。ただし、r₁は抵抗R1の抵抗値であり、V_{ref}は定電圧源5の出力電圧である。

$$V_0 = r_1 \times (I_{01} + I_{02}) + V_{ref} \cdots (7)$$

【0030】ここで、トランスインピーダンスアンプ3の入力側に接続される信号源のインピーダンスをZ_iとすると、トランスインピーダンスアンプ3のループ利得Tは、(8)式で表される。ただし、演算増幅器OP1の利得をA₀とする。

$$T = A_0 \times Z_i / (Z_i + r_1) \cdots (8)$$

【0031】図1の本発明に係る光増幅器において、インピーダンスZ_iはトランスインピーダンスアンプ3に接続される全ての電流増幅器、すなわち電流増幅器1及び2それぞれの出力インピーダンスの逆数の和の逆数である。そして、電流増幅器1及び2は電流を出力するので高出力インピーダンスである。そのため、全ての電流増幅器それぞれの出力インピーダンスの逆数の和の逆数であるZ_iは抵抗値r₁に比べて遙かに大きい値とな

る。従って、(8)式よりトランスインピーダンスアンプ3のループ利得 T は利得 A_0 とほぼ等しくなる。

【0032】上述のように、負帰還増幅器は、負帰還をかける場合と比べて(ループ利得)/(負帰還後の利得) \downarrow 倍だけ特性が向上する。そして、図1の本発明に係る光増幅器を高ゲインにするために、電流増幅器1及び2のゲインを高くしてもトランスインピーダンスアンプ3のループ利得 T は利得 A_0 のままであり減少することはない。従って、図1の本発明に係る光増幅器は高ゲインかつ広帯域にすることができる。

【0033】次に、図1の本発明に係る光増幅器が備える電流増幅器1の実施態様について図2を参照して説明する。端子9がトランスインピーダンスアンプ6の入力側に、トランスインピーダンスアンプ6の出力側がトランスコンダクタンス変動アンプ8の非反転入力端子に、それぞれ接続される。尚、トランスコンダクタンス変動アンプとは、入力した2つの電圧信号の差を電流信号に変換して出力するアンプである。

【0034】トランスインピーダンスアンプ6は、増幅器A1及び抵抗R2によって構成される。増幅器A1の入力端子および抵抗R2の一端が接続され、その接続ノードがトランスインピーダンスアンプ6の入力側となる。また、増幅器A1の出力端子および抵抗R2の他端とが接続され、その接続ノードがトランスインピーダンスアンプ6の出力側となる。

【0035】そして、トランスインピーダンスアンプ7の入力側が端子11に、トランスインピーダンスアンプ7の出力側がトランスコンダクタンス変動アンプ8の反転入力端子に、それぞれ接続される。トランスインピーダンスアンプ7は、増幅器A2及び抵抗R3によって構成される。増幅器A2の入力端子および抵抗R3の一端が接続され、その接続ノードがトランスインピーダンスアンプ7の入力側となる。また、増幅器A2の出力端子および抵抗R3の他端が接続され、その接続ノードがトランスインピーダンスアンプ7の出力側となる。また、電流増幅器OP2の出力端子が端子10に接続される。

【0036】端子9が図1の本発明に係る光増幅器が備える電流増幅器1の入力端子となり、端子10が図1の本発明に係る光増幅器が備える電流増幅器1の出力端子となる。従って、トランスインピーダンスアンプ6は端子9を介してフォトダイオードD1の出力電流 I_{ph} を入力して電圧に変換したのち、その電圧信号をトランスコンダクタンス変動アンプ8の非反転入力端子に出力する。フォトダイオードD1のカソードにバイアス電圧が印加されている場合、その印加電圧に伴ってトランスインピーダンスアンプ6の出力電圧のDCバイアスレベルが変化する。

【0037】一方、トランスインピーダンスアンプ7は端子11にフォトダイオードD1のアンダーに印加されるバイアス電圧と同電位を発生させて電圧に変換したの

ち、その電圧信号をトランスコンダクタンス変動アンプ8の非反転入力端子に出力する。トランスインピーダンスアンプ7は、トランスインピーダンスアンプ6の出力電圧のDCバイアスレベルと同一のDCバイアス電圧を出力するので、トランスコンダクタンス変動アンプ8の動作動作によってDCバイアスレベルの変化はうち消され、DCバイアスレベルの変化が電流増幅器1の次の回路に影響することがなくなる。これにより、DCバイアスレベルの整合性を考慮する必要がなくなるので、図1の本発明に係る光増幅器が備えるフォトダイオードに最適なバイアス電圧を印加することができる。

【0038】尚、本発明に係る光増幅器が備える複数の電流増幅器のうち特定の受光素子に接続される電流増幅器の構成を、図2の構成にせうに図2の構成を変更してトランスインピーダンスアンプ6の出力側をトランスコンダクタンス変動アンプ8の反転入力端子に接続し、トランスインピーダンスアンプ7の出力側をトランスコンダクタンス変動アンプ8の非反転入力端子に接続するようにしてもよい。これにより、特定の受光素子からの電流信号については電流増幅器の出力電流信号の極性が反転するので、その信号については減算因子とすることができる。

【0039】そして、特定の受光素子に接続される電流増幅器をこのような構成にした場合もトランスインピーダンスアンプ6の構成とトランスインピーダンスアンプ7の構成とは同一であるため、トランスコンダクタンス変動アンプ8の動作にはほとんど影響を与えない。従って、他の入力電流を様々な組み合わせで加減算処理した場合でも光増幅器全体の特性にはほとんど影響を与えない。これにより、光増幅器の加減算処理に関する設計が非常に容易になる。

【0040】次に、図2の電流増幅器1が備えるトランスコンダクタンス変動アンプ8の実施態様について図3を参照して説明する。PNP形トランジスタQ1とQ2とのエミッタ同士が共通接続され、定電圧 V_{cc} が供給される端子16に接続される。また、PNP形トランジスタQ1とQ2とのベース同士が共通接続される。さらに、トランジスタQ2のベース-コレクタ間が共通接続される。

【0041】そして、トランジスタQ1のコレクタとNPN形トランジスタQ3のコレクタとが接続され、その接続ノードが出力端子14に接続される。また、トランジスタQ2のコレクタはNPN形トランジスタQ4のコレクタに接続される。

【0042】トランジスタQ3のベースは非反転入力端子12に、トランジスタQ4のベースは反転入力端子13に、それぞれ接続される。また、トランジスタQ3のエミッタは抵抗R4の一端に接続され、トランジスタQ4のエミッタは抵抗R5の一端に接続される。抵抗R4の他端と抵抗R5の他端とは共通接続され、その接続ノ

ードが定電流源15の正電位側に接続される。また、定電流源15の負電位側はグラウンド電位となっている。

【0043】このような構成のトランスコンダクタンス増幅アンプ8は次のように動作する。トランジスタQ1とQ2によってカレントミラー回路が構成されるので、トランジスタQ1のコレクタ電流とトランジスタQ2のコレクタ電流は等しくなる。このコレクタ電流の値を I_c とする。そうすると、トランジスタQ3のエミッタ電流は $I_c + I_{b1}$ となり、トランジスタQ4のエミッタ電流は I_c となる。

*

$$V_{out} = V_{in} = r_4 \times I_{b1} + V_T \times \ln[(I_{c0} + I_{b1}) / (I_{c0} - I_{b1})] \dots (9)$$

【0045】そして、(9)式において、 $|I_{b1}| \ll I_{c0}$ 、すなわちトランスコンダクタンス増幅アンプ8の出力電流がトランスコンダクタンス増幅アンプ8の駆動電流に対して十分に小さいレベルの動作に限定すると、上記(9)式は $V_{out} = V_{in} = r_4 \times I_{b1} \dots (10)$ となる。

【0046】(10)式から明らかなように、トランスコンダクタンス増幅アンプ8のゲインは抵抗値 $r_4 (= r_s)$ によって定まる。また、図2の電流増幅器1が備えるトランスインピーダンスアンプ6のゲインは抵抗値 r_2 によって決まる。従って、電流増幅器1の入力電流 I_{b1} と出力電流 I_{b2} との関係は $I_{b2} = r_2 / r_4 \times I_{b1}$ となる。抵抗 R_2 、 R_4 、及び R_5 を同一工程で作成することによって、個々の抵抗値にバラつきがあっても r_2 / r_4 の値を一定にすることができるので、電流増幅器1のゲインは一定となる。また、抵抗 R_3 も抵抗 R_2 、 R_4 、及び R_5 と同一工程で作成すると、個々の抵抗値にバラつきがあってもDCバイアスレベルをうち消すことができる。

【0047】尚、先に仮定した $|I_{b1}| \ll I_{c0}$ が成立しない場合、すなわち、トランスコンダクタンス増幅アンプ8の出力電流がトランスコンダクタンス増幅アンプ8の駆動電流に対して無視できないレベルの動作においては、トランスコンダクタンス増幅アンプ8の直線性が失われるため、電流増幅器のゲインは一定にならない。

【0048】図1の本発明に係る光増幅器が備える電流増幅器1及び2は図2及び図3に示す構成であるので、抵抗の抵抗値の設定によって容易にゲインを変更できる。

従って、図1の本発明に係る光増幅器が備える電流増幅器1及び2は、それぞれ独立してゲインを設定することができ、加減算処理にあたって複数の受光手段が出力する電流値に係数を設定することができた。

【0049】ところで、図6の従来の光増幅器においても増幅器26及び27のゲインをそれぞれ独立して設定することによって加減算処理にあたって複数の受光手段が出力する電流値に係数を設定することができたが、この係数設定が非逆転増幅器28のループ利得に影響を与えてしまっていた。このため複数の受光手段が出

*【0044】また、トランジスタのエミッタ電流 I_e とトランジスタのベース-エミッタ間電圧 V_{be} との間には $V_{be} = V_T \times \ln(I_e / I_s)$ の関係が成り立つ。ただし、 V_T はトランジスタの熱電圧、 \ln は自然対数、 I_s は飽和電流である。また、トランジスタQ3のエミッタ電流とトランジスタQ4のエミッタ電流とを加算した電流値が定電流源15の出力電流 I_{c0} と等しくなる。従って、抵抗 R_4 の抵抗値 r_4 と抵抗 R_5 の抵抗値 r_s を等しい値に設定すると、(9)式が成り立つ。

力する電流値の係数の間に開きがあると、その中の一番高い係数設定の影響によって非逆転増幅器28の特性が劣化するので、係数設定に制限を設けるを得なかった。

【0050】一方、図1の本発明に係る光増幅器では各電流増幅器の出力インピーダンスが十分高いので、ある電流増幅器の係数設定が他の電流増幅器やトランスインピーダンスアンプ3に影響を与えることはない。従って、図1の本発明に係る光増幅器において係数設定に制限を設ける必要がなく、複数の受光手段が出力する電流値の係数設定の自由度を上げることができる。

【0051】次に、トランスインピーダンスアンプ3の入力インピーダンスについて説明する。上述したように、図1の本発明に係る光増幅器が備える電流増幅器1及び2は高入力インピーダンスである。このため、接続ノードn1の入力インピーダンスと接続ノードn1に接続される配線などによる寄生容量の値との積である時定数に発生する極の周波数が低くなってしまふ。

【0052】しかしながら、接続ノードn1における信号伝達遅延によって行われるため、電流増幅器1及び2の出力電流を加算処理した電圧信号は、トランスインピーダンスアンプ3の入力側に電流信号として入力さればよく、この際に接続ノードn1の電圧変動が発生しなければ、極の発生による帯域劣化は起こり得ない。すなわち、トランスインピーダンスアンプ3の入力インピーダンスをできるだけ低くすることにより、接続ノードn1の入力インピーダンスを下げ、極の周波数よりも接続ノードn1の電圧変動の周波数域を低くして広帯域を確保する。

【0053】このようにトランスインピーダンスアンプ3を低入力インピーダンスにした場合、トランスインピーダンスアンプ3の反転入力端下と非反転入力端下との電圧は等しくなる。したがって、電流増幅器1及び2の出力端子の電圧もトランスインピーダンス3の非反転入力端子の電圧と等しくなる。

【0054】ここで、電流増幅器の出力回路部分は、高出力インピーダンスを実現するために、エミッタ接地回路またはベース接地回路のコレクタ出力端上を接続することで電流の出し入れを制御する方式となっている。

尚、図3の構成ではエミッタ接地回路のコレクタ出力周波数を増強している。このため図3のトランスコンダクタンス増幅アンプ8ではトランジスタQ1とQ3が両方とも能動状態であることが高出力インピーダンスの条件となる。

【0055】この条件を満たすために、図4に示すように図3の電流増幅器が備えるトランスインピーダンスアンプ7を定電圧源17に置き換え、定電圧源17の出力電圧とトランスインピーダンスアンプ3内の定電圧源5の出力電圧とを等しくするとよい。

【0056】定電圧源17の出力電圧と定電圧源5の出力電圧を等しくすれば、トランジスタQ3のコレクタ電圧は絶えずトランジスタQ4のベース電圧と同じになるので、少なくともトランジスタQ3のベース電圧がトランジスタQ4のベース電圧よりも低ければ、トランジスタQ1とQ3が両方とも能動状態となり、高出力インピーダンスを維持することができる。従って、定電圧源5及び17の出力電圧の値を電流増幅器の出力電流信号の範囲に応じて適正な値に設定し、トランジスタQ3のベース電圧をトランジスタQ4のベース電圧よりも低くすることで、電流増幅器の出力インピーダンスが常に高くなる。これにより、トランスインピーダンスアンプ3のループ利得を減少させずに光増幅器を高ゲインにすることができるので、高ゲインかつ広帯域な光増幅器を実現することができる。

【0057】尚、定電圧源5及び17は直流電圧源でなく、互いに同期した交流電圧を出力する交流電圧源であってもよい。また、トランスインピーダンスアンプ7を定電圧源17に置き換えずに、トランスインピーダンスアンプ7を定電圧源5と同一の電圧を出力する定電圧源として動作させてもよい。

【0058】次に本発明に係る光ビックアップ装置の実施形態について説明する。本発明に係る光ビックアップ装置は図1に示した本発明に係る光増幅器を備えている。本発明に係る光ビックアップ装置の光学系の構成を図5に示す。

【0059】半導体レーザ18から射出されるレーザ光はコリメータレンズ19によって平行光となり、ビームスプリッタ20を通過し、1/4波長板21を経て対物レンズ22によって集光される。この集光された光が光ディフュージョン23によって反射し、対物レンズ22によって平行光となり、1/4波長板21を経てビームスプリッタ20を反射し、集光レンズ24によって集光され、光増幅器25に到達する。そして、光増幅器25はフォトダイオードD1、D2の出力電流を加算処理し、その値に応じた電圧V₀を出力する。

【0060】光増幅器25は、高ゲインかつ広帯域の増幅器である。しかしながら、光増幅器25は電流信号で信号処理を行っており、トランスインピーダンス効果や各種素子のリーク電流などの影響を受けるので、電圧信

号で信号処理を行うに比べてレベルの伝送精度が劣る。すなわち、図1の本発明に係る光増幅器は図6の従来の光増幅器に比べて、無信号時の出力電圧の変動が大きい。

【0061】ところで、光ビックアップ装置におけるデータ信号の再生では、直流レベルの精度はほぼ要求されないが、高速かつ高ゲインな増幅が要求される。一方、光ビックアップ装置におけるフォーカスやトラッキングのサーボ信号の処理では、データ信号の再生に比べれば速かに低い周波数帯域しか要求されないが(CDオーディオ再生で20kHz程度)、微弱な信号成分からサーボ信号を作り出すために増幅率や無信号時のオフセットレベルに高い精度が要求される。

【0062】そこで、本発明に係る光ビックアップ装置は、光増幅器25の出力電圧V₀に基づいてデータ信号を作成するとともに、従来の光増幅器(図示せず)も設けて従来の光増幅器の出力電圧に基づいてサーボ信号を作成する構成とする。尚、光増幅器25とサーボ信号作成用の従来の光増幅器とは、受光素子であるフォトダイオードを共有する構成にする。とよい。

【0063】このように、データ信号作成に適した光増幅器とサーボ信号作成に適した光増幅器とをそれぞれ設けることで、…の増幅器において抑え要素である広帯域と高精度の両立を図る必要がなくなる。これにより、光ビックアップ装置の高性能化が容易になる。

【0064】尚、本実施形態では受光素子であるフォトダイオードを2つ備えた光増幅器について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、例えば受光素子であるフォトダイオードを4つ設け、それに伴いフォトダイオードそれぞれの出力電流を増幅する電流増幅器も4つ設け、それらの電流増幅器の出力端子を接続する接続ノードをトランスインピーダンスアンプの入力側に接続する構成にしてもよい。

【0065】

【発明の効果】本発明によると、高出力インピーダンスの電流増幅器が第1のトランスインピーダンスアンプに接続されるので、光増幅器を高ゲインにするために電流増幅器のゲインを上げて第1のトランスインピーダンスアンプのループ利得が減少しない。従って、第1のトランスインピーダンスアンプを広帯域にすることができる。これにより、複数の受光素子が出力する電流を加算し加減算後の電圧に応じて増幅した電圧を出力する光増幅器であって、高ゲインかつ広帯域な光増幅器を実現することができる。

【0066】また、本発明によると、電流増幅器のすべが、受光素子の出力電流を入力する第2のトランスインピーダンスアンプと、第2のトランスインピーダンスアンプと同一構造であって入力端子の電圧が受光素子に印加されるベース電圧と同電位の第3のトランスインピーダンスアンプと、第2のトランスインピーダンスア

ンプの出力電圧から第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を差分した値に応じて電流を出力するトランスコンダクタンス差動アンプと、を備えるので、第2のトランスインピーダンスアンプの出力電圧のDCバイアスレベルの変化は第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧のDCバイアスレベルの変化によってうち消され、DCバイアスレベルの変化が次の回路に影響することがなくなる。DCバイアスレベルの整合性を考慮する必要がなくなるので、受光素子に最適なバイアス電圧を印加することができる。

【0067】また、本発明によると、上記構成の電流増幅器のうち少なくとも1つを、受光素子の出力電流を入力する第2のトランスインピーダンスアンプと、第2のトランスインピーダンスアンプと同構造であって入力端子の電圧が受光素子に印加されるバイアス電圧と同電位の第3のトランスインピーダンスアンプと、第3のトランスインピーダンスアンプの出力電圧から第2のトランスインピーダンスアンプの出力電圧を差分した値に応じて電流を出力するトランスコンダクタンス差動アンプと、を備える電流増幅器に置き換えるので、特定の受光素子の信号については電流増幅器の出力電流信号の極性が反転してその信号について減算処理とすることができる。これにより、光増幅器は減算処理も行うことができる。

【0068】また、本発明によると、第2及び第3のトランスインピーダンスアンプ内に設けられるゲイン設定用抵抗と、トランスコンダクタンス差動アンプ内に設けられるゲイン設定用抵抗と、が同一工程で作成されるので、これらのゲイン設定用抵抗の抵抗値がばらついた場合でもこれらのゲイン設定用抵抗の比を一定にすることができる。これにより、電流増幅器のゲインを一定にすることができる。

【0069】また、本発明によると、第3のトランスインピーダンスアンプの代わりに定電圧源を設け、定電圧源の出力電圧の値を第1のトランスインピーダンスアンプの入力側電圧の値と等しくするので、第1のトランスインピーダンスアンプの入力側電圧の値を電流増幅器の出力信号範囲に応じて適正な値に設定し、トランスインピーダンス差動アンプの非反転入力端子にベースが接続されるトランジスタのベース電圧をトランスコンダクタンス差動アンプの反転入力端子にベースが接続されるトランジスタのベース電圧よりも低くすることで、電流増幅器の出力インピーダンスを容易に高くすることができる。これにより、電流増幅器を高ゲインにしたときでも第1のトランスインピーダンスアンプのループ利得が減少しないようになり、高ゲインかつ広帯域である光増幅器を実現することができる。

【0070】また、本発明によると、電流増幅器の一部又は全部がそれぞれ異なるゲインであるので、各々の入力信号に係る係数を独立して設定できる。そして、電流増幅器は高出力インピーダンスであるので、係数を独立して設定して他の電流増幅器や第1のトランスインピーダンスアンプに影響を与えることがない。これにより、複数の受光手段が出力する電流毎の係数設定の自由度を上げることができる。

【0071】また、本発明によると、第1のトランスインピーダンスの入力インピーダンスを低くすることにより、電流増幅器それぞれの出力端子が接続される接続ノードにおける電圧変動を抑え、接続ノードの入力インピーダンスと寄生容量値との積である時定数によって定まる遮断周波数よりも接続ノードにおける電圧変動の周波数を低くするので、広帯域な光増幅器を実現することができる。

【0072】また、本発明によると、光ビックアップ装置は、受光素子から電流を入力しトランスインピーダンスアンプに増幅した電流を出力する電流増幅器を複数備える光増幅器と、その増幅器に設けられる受光手段の出力信号を入力してサーボ信号を生成する信号処理手段と、を備えるので、データ信号は高ゲインかつ広帯域で信号処理され、サーボ信号は高精度に信号処理される。これにより、データ信号、サーボ信号とも要求される性能を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る光増幅器の構成を示す図である。

【図2】 図1の光増幅器が備える電流増幅器の構成を示す図である。

【図3】 図2の電流増幅器が備えるトランスコンダクタンス差動アンプの構成を示す図である。

【図4】 図2の電流増幅器が備えるトランスインピーダンスアンプを定電圧源に置き換えた構成を示す図である。

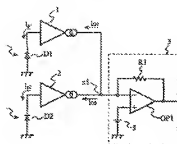
【図5】 光ビックアップ装置の構成を示す図である。

【図6】 従来の光増幅器の構成を示す図である。

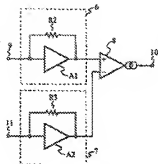
【符号の説明】

- 1、2 電流増幅器
- 3、6、7 トランスインピーダンスアンプ
- 5、17 定電圧源
- 8 トランスコンダクタンス差動アンプ
- 15 定電流源
- D1、D2 フォトダイオード
- R1～R9 抵抗

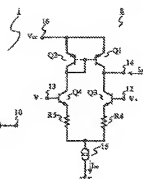
【図1】



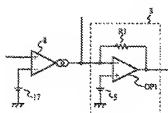
【図2】



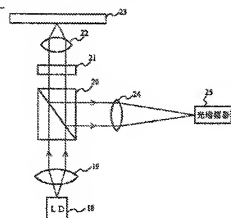
【図3】



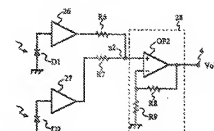
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D119 AA10 AA28 BA01 EA01 KA02
KA43
5J069 AA01 AA56 CA35 CA62 FA04
HA08 HA19 HA25 HA44 KA01
KA02 KA05 MA08 MA13 MA21
QA04 SA00 TA01
5J091 AA01 AA56 CA35 CA62 FA04
HA08 HA19 HA25 HA44 KA01
KA02 KA05 MA08 MA13 MA21
QA04 SA00 TA01
5J092 AA01 AA56 CA35 CA62 FA04
HA08 HA19 HA25 HA44 KA01
KA02 KA05 MA08 MA13 MA21
QA04 SA00 TA01 UL02